

【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡散符号を送信側で発生し、これを用いて変調拡散信号を生成して送信し、
拡散符号の発生タイミングを示すエポック信号を送信側から受信側に送信し、
送信された変調拡散信号を受信し、
送信されたエポック信号を受信側で受信し、
受信したエポック信号に実質的に同期する逆拡散信号を出力し、
前記逆拡散信号の位相をシフトさせ、受信した拡散信号に同期した逆拡散信号を生成し、
前記シフトされた逆拡散信号を用いて、受信した拡散信号を復調する、ことを特徴とする通信方法。

【請求項2】 送信側の変調部から供給され、送信側で変調のために発生した拡散符号の先頭を示すエポック信号と復調部で復調のために発生する逆拡散信号のタイミングとを同期させ、該タイミングが実質的に一致した前記逆拡散信号を出力する逆拡散信号発生器と、
前記逆拡散信号の位相をシフトさせるシフト制御信号を出力する拡散位相シフト回路と、
受信した受信拡散信号と前記拡散位相シフト回路で位相をシフトした逆拡散信号との相関値を検出する相関値検出器と、
該相関値検出器の出力相関値のレベルから、両信号が同期しているか否かを判定する同期判定器と、
を有することを特徴とするPN符号同期装置。

【請求項3】 前記相関値検出器は、復調部の内部において前記受信拡散信号を遅延させる内部ディレイ量を予め保持し、該内部ディレイ量を用いて前記相関値を検出し、前記拡散位相シフト回路への前記シフト制御信号の出力を行う、ことを特徴とする請求項2に記載のPN符号同期装置。

【請求項4】 前記PN符号同期装置は、さらに、前記相関値検出器と同期判定器と拡散位相シフト回路とにより構成される同期回路の同期動作のON/OFF動作を制御するコードトラッキングループ手段を有する、ことを特徴とする請求項2または3に記載のPN符号同期装置。

【請求項5】 前記同期動作は、前記逆拡散信号発生器の出力する逆拡散信号と前記内部ディレイ量とに基づきウィンドウを形成し、該ウィンドウ内におけるサーチをもって実行する、ことを特徴とする請求項4に記載のPN符号同期装置。

【請求項6】 前記ウィンドウは、衛星折り返しの遅延最大量と復調部の内部遅延量とにより構成される前記拡散符号のビット数を最大量とする、ことを特徴とする請求項5に記載のPN符号同期装置。

【請求項7】 送信側の変調部から衛星を介して供給される拡散信号を受信する手段と、
送信側の変調部から供給され、送信側の拡散符号の発生

タイミングを示すエポック信号を受信する手段と、
受信したエポック信号に実質的に同期する逆拡散信号を出力する逆拡散信号出力手段と、
前記逆拡散信号の位相をシフトさせ、受信した拡散信号に同期した逆拡散信号を生成するシフト手段と、
前記シフト手段が生成した逆拡散信号を用いて、受信した拡散信号を復調する手段と、を有する受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、スペクトラム拡散通信システム、及びそれらに用いられる、PN符号同期装置に関する。より詳細には、本発明は、例えば、COMETS衛星間通信実験システムの地上局設備におけるSSA変復調装置に適用され、受信信号に含まれる拡散用符号と受信器内で生成する逆拡散符号との符号同期を行う、PN符号同期装置、及びそれを用いた受信装置に関する。

【0002】

20 【従来の技術】スペクトラム拡散通信方式において、受信信号から情報を抽出する為には、受信拡散符号を逆拡散しなければならない。逆拡散を行うためには、受信信号の拡散コードおよび変化タイミングと、復調部の局発逆拡散コードおよび変化タイミングを完全に同期させる必要がある。このような同期処理を行うため、従来は、図3に示すような符号同期回路を用いて両符号を同期させている。

30 【0003】図3の符号同期回路は、スライディング方式のものであり、相関検出器10と、逆拡散符号位相器20と、同期判定器30と、逆拡散符号位相シフト回路40と、コードトラッキングループ50と、ミキサ60とから構成される。

【0004】受信信号である拡散信号は、相関検出器10に入力され、逆拡散符号位相発生器20からの符号との相互相関が取られ、同期判定器30へ出力される。同期判定器30では、相関値レベルが所要のスレッシュホルドレベルより大きいかが判定され、小さければ逆拡散符号位相発生器20から出力される逆拡散符号の位相を、逆拡散符号位相シフト回路40により1位相シフトさせる。同期が取れるまで、コードトラッキングループ50から所定の周波数クロックを出力する。相関値レベルが所要のスレッシュホルドレベルを越えるまで上記の動作を繰り返し、スレッシュホルドレベルを越えれば逆拡散符号位相シフト回路40のシフト制御をその時点の位相で止め、コードトラッキングループ50を動作させ、位相ずれを補正する。

50 【0005】また、特開平6-276177号には、受信符号系列の次の周期の先頭ビットが入力される時刻を予測し、受信符号系列と参照符号系列とを強制的に同期させることにより、同期を短時間で行うことができる符号同期制御方式が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図3に示す構成のスライディング同期装置を用いて同期捕捉を行うには、最大符号長分の位相をスライドさせた上で、同期判定を行わなければならない。このため、同期捕捉までに時間がかかる。また、特開平6-276177号に開示された方式では、あくまで予測に基づくため、同期の時間短縮化には外乱等の各種要因により限界が生じる。

【0007】本発明は、より迅速且つ確実に同期捕捉を可能としたPN符号同期装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、本発明のPN符号同期装置は、変調部の送信側の拡散符号の先頭を示すエポック信号と復調部で発生する逆拡散信号のタイミングとを同期させこのタイミングに一致した逆拡散信号を出力する逆拡散信号発生器と、逆拡散信号の位相をシフトさせるシフト制御信号の出力を行う拡散位相シフト回路と、受信した受信拡散信号と拡散位相シフト回路で位相をシフトした逆拡散信号との相関値を検出する相関値検出器と、この相関値検出器の出力相関値のレベルから同期を判定する同期判定器と、を有することを特徴とする。

【0009】また、上記の相関値検出器は、復調部の内部において受信拡散信号を遅延させる内部ディレイ量を予め保持し、この内部ディレイ量を用いて相関値の検出を行い拡散位相シフト回路へのシフト制御信号の出力を行うとよい。

【0010】さらに、上記のPN符号同期装置は、相関値検出器と同期判定器と拡散位相シフト回路とにより構成される同期回路の同期動作のON/OFF動作を制御するコードトラッキングループ手段を有するとよい。

【0011】なお、上記の同期動作は、逆拡散信号発生器の出力する逆拡散信号と内部ディレイ量とに基づきウィンドウを形成し、このウィンドウ内におけるサーチをもって実行し、ウィンドウは、衛星折り返しの遅延最大量と復調部の内部遅延量とにより構成される拡散符号のビット数を最大量とするとよい。

【0012】

【発明の実施の形態】次に添付図面を参照して、本発明によるPN符号同期装置、受信装置及び通信方法の実施の形態を説明する。

【0013】図1は、本発明の第1の実施の形態にかかるスペクトラム拡散通信システムの構成を示す。このスペクトラム拡散通信システムは、人工衛星を中継装置とし、相互にスペクトラム拡散通信を行う複数の送受信装置から構成される。

【0014】各送受信装置は、信号を送信するための変調部（SSA(Spectrum Signature Analysis)変調部）1と受信信号を復調するための復調部（SSA復調部）2

とを備える。

【0015】変調部1は、ベースバンドから送られてくるPCM信号と疑似雑音信号（PN符号）とを掛け合わせ、PSK変調を施したスペクトラム拡散IF（中間周波；Intermediate Frequency）信号を出力するものであり、拡散符号発生部100と、基準クロック発生器200と、ミキサ300とを備える。

【0016】基準クロック発生器200は基準クロックを発生し、拡散符号発生部100は、この基準クロックに従って、基準クロックの周波数で拡散符号を出力する。ミキサ300は、ベースバンドから送られてくる送信データであるPCM信号と拡散符号を掛け合わせて拡散変調信号を出力する。また、拡散符号発生部100は、拡散符号の先頭ビットを示す信号（エポック；送信エポック信号）を出力する。

【0017】復調部2は、スペクトラム拡散されたIF信号の逆拡散を行い、搬送波同期、ビット同期、ビット同期後復調されたPCM信号をベースバンドへ出力するものであり、相関値検出器400と、同期判定器500と、コードトラッキングループ600と、逆拡散信号発生器700と、拡散位相シフト回路800と、ミキサ900とを備える。

【0018】逆拡散信号発生器700は、送信側の拡散符号発生部100と同等の符号を発生する。なお、逆拡散信号発生器700は、逆拡散符号の出力タイミングを、エポック信号と同期させ、同一タイミングで出力する。

【0019】復調部2にて、スペクトラム拡散する際、PN符号初期位相検出、即ち、各PN符号列の始点を検出しなければならない。PN符号初期位相を検出する為には、復調部2の内部にて送信PN符号と同じPN符号を発生させ、これと受信PN符号とを比較し、両者が一致する位相を見つけ出さなければならない。

【0020】送信符号と復調部2の局発PN符号とが一致するのは、PN符号長のうちの1位相分だけである。従って、PN符号長の長さにより、初期位相検出時間が長くなったり、短くなる。

【0021】この実施の形態では、送信側のPN符号の先頭ビットを示す信号（エポック）を用いて、復調部2の局発PN符号発生部と同期をとり、予め同じ（又はほぼ同じ）タイミングで発生させておき、復調部2のPN符号初期位相検出部では、その前後數位相だけをシフトして同期を捜し、初期位相検出を行う。この方式では、前後數位相しか捜さなくて良いことから、初期位相検出時間が短縮できる。この関係を以下に詳述する。

【0022】図2は、エポック信号を用いた符号同期部のタイミングチャートを表している。図2の（a）～（e）に示した各タイミングチャートは、（a）拡散符号Fの出力タイミング、（b）拡散符号エポック、（c）逆拡散符号出力タイミング、（d）エポック信号

にて同期後の逆拡散符号F'の出力タイミング、および(e)実際の受信拡散信号Rのタイミングをそれぞれ示す。

【0023】図1および図2において、変調部1の拡散符号発生部100は、基準クロック発生器200からのクロック周波数で、拡散符号Fを図2(a)に示すように出力する。ミキサ300は、この拡散符号Fと送信データとを掛け合せ、変調拡散信号を出力する。

【0024】また、拡散符号発生部100は、図2(b)に示す拡散符号エポック、即ち、拡散符号の先頭ビットを示すエポック信号を出力する。このエポック信号は、図2の(a)および(b)に示すように、拡散符号長(または、PN符号長)の立ち上がりに同期して出力される。

【0025】また、復調部2では、逆拡散信号発生器700が、送信側の拡散符号発生部100が発生する拡散符号(F)と同等の符号を、図2の(d)に示すように、エポック信号と同期させ同じタイミングで出力する。

【0026】拡散位相シフト回路800はその初期位相シフト量が「0」に予め設定されている。本来、拡散符号Fとエポック信号に同期後の逆拡散符号F'とは、同じタイミングで出力されるはずである。しかし、実際には、変調部1から出力された変調拡散信号の復調部2の相関値検出器400の入力までには、回線上の遅延また復調部2の内部遅延があり、nビット遅延して拡散信号Rが入力される。

【0027】この時の位相では、拡散符号Fと逆拡散符号F'との位相が異なり、相関値検出器400からの出力相関値レベルは同期判定器500における判定スレッシュヨルドよりも小さい。このため同期せず、同期判定器500から拡散位相シフト回路800へ位相シフト制御信号が出力される。拡散位相シフト回路800は、この位相シフト制御信号を受け、前の出力位相に対して1シフトした逆拡散符号F'を出力する。

【0028】この動作を繰り返し、N回繰り返した時に拡散符号と逆拡散符号が一致したと仮定する。この時、相関値検出器400は相関ピーク値を検出し、同期判定器500は、スレッシュヨルドレベル以上の相関値レベルが入力されたと判定し、拡散位相シフト回路800への位相シフト制御信号の出力を中止する。従って、拡散位相シフト回路800は、逆拡散符号F'の位相をその状態に保持する。

【0029】また、同期判定器500は、コードトラッキングループ600に対し、ループ制御ONのループ制御信号を出力する。このループ制御信号を受け、コードトラッキングループ600は、ループ動作を開始し、1ビットずれ以内の位相ずれ補正を行う。これにより、符号同期が完全に行われ、ミキサ900からは正確な受信信号情報が得られる。

【0030】また、同期がずれた場合には、同期判定器500が拡散位相シフト回路800にリセット信号を出力し、前の位相シフト量をクリアすると共にコードトラッキングループ600にもループリセット信号を出力し、初期状態に戻す。

【0031】ここで、拡散位相シフト回路800の内部にて、位相シフトする範囲を決める必要がある。

【0032】受信拡散信号が、復調部2の入力端から相関値検出器400へ入力するまでの遅延量は固定である。従って、この遅延量を予め計測しておき、Mビット遅延があるとする、そのM位相ずれからサーチするようにしておく。この関係を図2(e)に、実際の受信拡散信号Rと共に示す。サーチする具体的な範囲としては、変調部1の出力から人工衛星を折り返して復調部入力までの最大距離を算出し、その値から予想遅延量を算出し、その算出値よりも広い範囲を設定すれば良い。

【0033】一例として、衛星折り返しの遅延最大量を10ビットと仮定する。また、復調部の内部遅延量MをM=2ビットとすると、位相オフセット量は「2」ビットとなり、サーチ範囲は「2」ビット～「10+2」ビットの範囲で良い。

【0034】従来例では符号長分サーチしていたが、本実施形態では「数10」ビットとか「数100」ビットで良いことになる。例えば、符号長を「218-1」ビット、サーチ範囲を「100」ビットとすると、初期位相同期時間は従来方式に対して、 $(218-1)/100=2621$ 倍早くなる。

【0035】なお、この発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。

【0036】

【発明の効果】以上の説明したように、本発明によれば、逆拡散符号と受信した拡散信号との同期の捕捉がビット単位の短時間で可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のPN符号同期装置の実施形態に係る符号同期制御部の構成例を示す図である。

【図2】エポック信号を用いた符号同期部のタイミングチャートである。

【図3】従来例1のスライディング方式による符号同期回路の構成例を示すブロック構成図である。

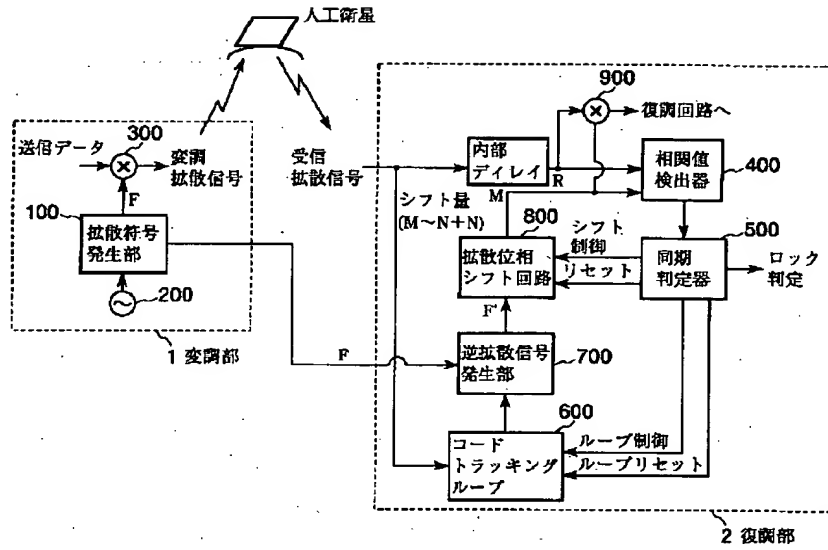
【符号の説明】

10 相関検出器
20 逆拡散符号位相
30 同期判定器
40 逆拡散符号位相シフト回路
50, 600 コードトラッキングループ
100 拡散符号発生部
200 基準クロック発生器
300, 900 ミキサ
400 相関値検出器

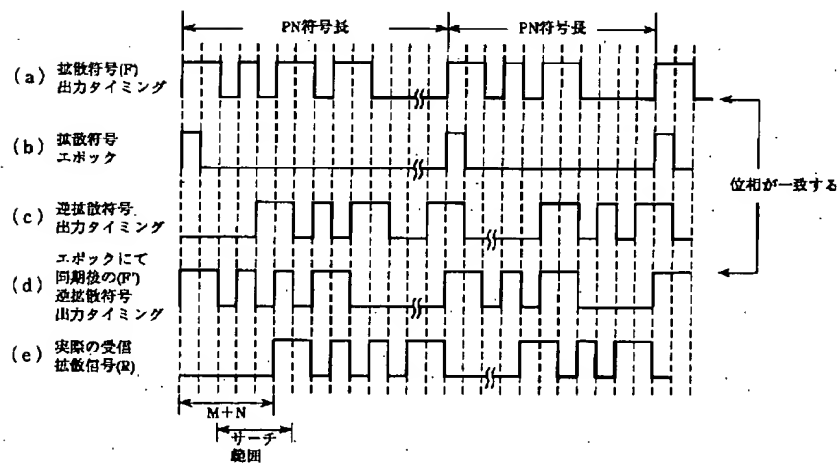
500 同期判定器
700 逆拡散信号発生器

800 拡散位相シフト回路

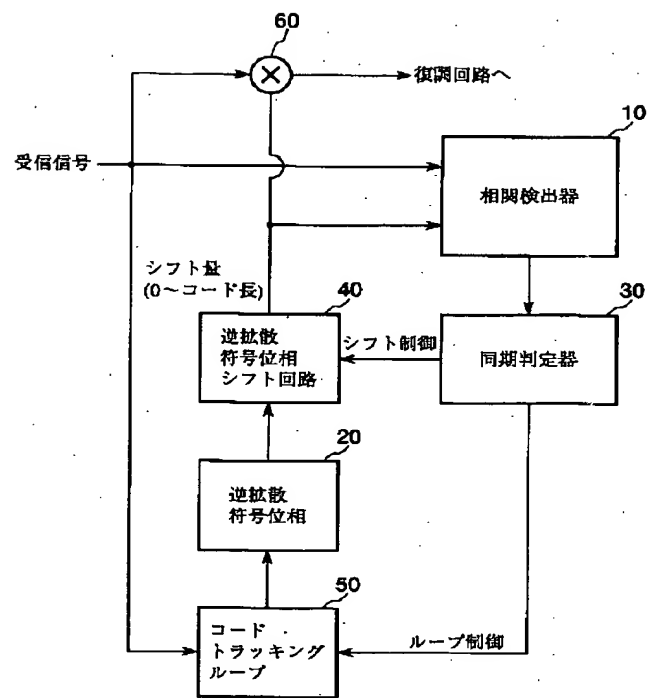
【図1】



【図2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.